

SAD
#4
7-17-02
PATENT
0503-1009.

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Olivier MATILE
Appl. No.: NEW 10/077950
Filed: February 20, 2002
For: LASER CUTTING METHOD AND APPARATUS
WITH A BIFOCAL OPTICAL MEANS AND A
HYDROGEN-BASED ASSIST GAS

Conf.: 1747
Group: Kastler
Examiner: _____

J1046 U.S. PRO
10/077950
02/20/02


CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

February 20, 2002

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
FRANCE	0103265	March 9, 2001

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

Benoit Castel

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23rd Street
Arlington, VA 22202
Telephone (703) 521-2297

BC/ma

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



J1046 U.S. PRO
10/077950
02/20/02



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 DEC. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE'.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)

COPIE

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1...

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)	S.5629 OP/MM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	610 3265	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
PROCEDE ET INSTALLATION DE COUPAGE LASER AVEC OPTIQUE A BIFOCALES ET GAZ D'ASSISTANCE A BASE D'HYDROGENE		
LE(S) DEMANDEUR(S) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).		
Nom		MATILE
Prénoms		Olivier
Adresse	Rue	6/12 rue Achille Martinet
	Code postal et ville	75018 PARIS
Société d'appartenance (facultatif)		
Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		09 mars 2001
		
Olivier PITTIS		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCUMENT FILED BY:

YOUNG & THOMPSON
745 SOUTH 23RD STREET
ARLINGTON, VIRGINIA 22202
Telephone 703/521-2297



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /260899

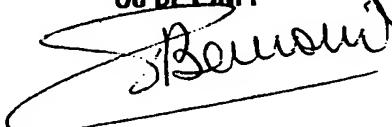
Réservé à l'INPI	
REMISE DES PIÈCES DATE 9 MARS 2001 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0103265 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 09 MARS 2001	
Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> S.5629 OP/MM	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE ET INSTALLATION DE COUPAGE LASER AVEC OPTIQUE A BIFOCALES ET GAZ D'ASSISTANCE A BASE D'HYDROGENE	
4 DECLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE	
Pays ou organisation Date _____ N° Pays ou organisation Date _____ N° Pays ou organisation Date _____ N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »	
5 DEMANDEUR	
Nom ou dénomination sociale L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE	
Prénoms _____	
Forme juridique Société Anonyme	
N° SIREN 15 . 5 . 2 . 0 . 9 . 6 . 2 . 8 . 1	
Code APE-NAF 12 . 4 . 1 . A	
Adresse	Rue 75, quai d'Orsay
	Code postal et ville 75321 PARIS CEDEX 07
Pays FRANCE	
Nationalité française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i> 01 40 62 54 49	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i> 01 40 62 56 95	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>	

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES		Réservé à l'INPI
DATE	9 MARS 2001	
DEU	75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT		
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	0103265	

DB 540 W /260899

Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		S.5629 OP/MM
6 MANDATAIRE		
Nom		PITTIS
Prénom		Olivier
Cabinet ou Société		L'AIR LIQUIDE S.A.
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 8831
Adresse	Rue	75, quai d'Orsay
	Code postal et ville	75321 PARIS CEDEX 07
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 40 62 54 49
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 40 62 56 95
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (<i>joindre un avis de non-imposition</i>) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (<i>joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence</i>):
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 Olivier PITTIS
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
 Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne un procédé de coupe par faisceau laser des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et de ses alliages, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, utilisant une lentille ou un miroir à plusieurs focales pour focaliser le faisceau laser en au moins deux points de focalisation distincts l'un de l'autre et situés de préférence sur un même axe, et un mélange d'hydrogène et d'au moins un composé inerte, tel l'azote, en tant que gaz d'assistance du faisceau laser.

La découpe des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et des alliages d'aluminium, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, se fait notamment par mise en œuvre d'un faisceau laser et de l'azote ou de l'oxygène en tant que gaz d'assistance du faisceau laser, c'est-à-dire en tant que gaz de coupe.

Par ailleurs, il est connu que l'emploi d'azote en tant que gaz de coupe de ces matériaux conduit à des vitesses de coupe considérablement inférieures à celles obtenues avec de l'oxygène, typiquement inférieures de 30 à 60 %, et à des consommations de gaz élevées, typiquement supérieures de 30 à 600 % selon le matériau considéré.

Il a été montré, par ailleurs, notamment par le document EP-A-655021, que des mélanges d'azote et d'hydrogènes permettaient

d'augmenter la vitesse de coupe lors du coupage par laser de pièces à usiner se présentant sous forme de bandes ou de plaques, notamment de tôles.

En d'autres termes, il est connu d'utiliser des mélanges du type azote/hydrogène en lieu et place de l'azote et ce, de manière à améliorer les performances du procédé de découpe laser par comparaison à une découpe laser sous azote pur.

Par ailleurs, le document EP-A-886555 propose d'utiliser des mélanges azote/hydrogène ou argon/hydrogène pour couper par laser à des vitesses inférieures à 10 m/min.

Partant de là, le problème qui se pose est d'améliorer encore les procédés de coupage par faisceau laser des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et des alliages d'aluminium, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, de manière à augmenter la vitesse de découpe d'au moins 30 à 40 % par comparaison avec un procédé de coupage laser utilisant de l'azote pur et d'au moins 20 % par comparaison avec un procédé de coupage laser utilisant un mélange azote / hydrogène, toutes conditions étant égales par ailleurs.

De plus, un autre but de l'invention est d'augmenter les performances des procédés de coupage laser mais tout en maîtrisant, voire même en diminuant les quantités de gaz d'assistance consommées et ce, notamment dans le but d'optimiser les coûts globaux du procédé de coupe industriel utilisé.

Dit autrement, le but de l'invention est donc de proposer un procédé de coupage laser qui permet d'augmenter les performances de découpe et de limiter la consommation de gaz de coupe.

La présente invention concerne alors un procédé de coupage d'une pièce par mise en œuvre d'un faisceau laser et d'un gaz d'assistance, dans

lequel on utilise au moins un moyen optique pour focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts l'un de l'autre, et dans lequel on utilise, en tant que gaz d'assistance dudit faisceau laser, un mélange gazeux contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inert.

5 Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

10 - le moyen optique de type multi-focales est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille à bifocales, c'est-à-dire focalisant le faisceau en deux points de focalisation distincts l'un de l'autre. Plus généralement, dans le cas de la présente invention, par moyen optique de type multi-focales, on entend un moyen optique permettant de focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts les uns des autres, le plus souvent un premier et un deuxième points de focalisation distincts et situés sur un axe sensiblement co-axial à l'axe de la buse du dispositif laser, c'est-à-dire de la tête laser par laquelle sort le ou les faisceaux laser. Un tel moyen optique et sa mise en œuvre en coupe laser sont décrits dans le document EP-A-929376.

15

- la pièce à couper est choisie parmi les plaques, les tôles et les tubes.

20 - le moyen optique est transparent ou réfléchissant et est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille bifocale.

- la pièce à couper est en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium, en acier non allié ou en acier allié.

25 - le gaz inert est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium et leurs mélanges, de préférence le gaz inert est choisi parmi l'azote, l'argon et leurs mélanges.

30 - le gaz d'assistance contient de 150 ppm en volume à 40% en volume d'hydrogène, de préférence de 0.5 % en volume à 30 % en volume d'hydrogène et le reste étant le gaz inert.

- le gaz d'assistance est constitué de 5% en volume à 30% en volume d'hydrogène et le reste étant de l'azote.

- l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, typiquement entre 0,3 mm et 16 mm.

5 - la vitesse de coupe est comprise entre 0,5 m/min et 20 m/min.

- le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier point de focalisation se positionnant à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une 10 région voisine de ladite surface supérieure et au moins un deuxième point de focalisation se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

- le gaz d'assistance contient de l'hydrogène en une proportion ajustée en fonction de l'épaisseur et/ou du matériau constitutif de la pièce à 15 couper.

L'invention concerne aussi une installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

20 - au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,

- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation, et

25 - au moins une source de gaz d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte dudit faisceau laser alimentant ladite buse en ledit gaz d'assistance.

De façon alternative, l'installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,
 - au moins une buse de coupe avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,
- 5 - au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation,
- au moins une première source de gaz contenant au moins de l'hydrogène,
- 10 - au moins une deuxième source de gaz contenant au moins un gaz inerte, et
- des moyens de mélange de gaz pour mélanger du gaz provenant de la première source de gaz avec du gaz provenant de la deuxième source de gaz de manière à obtenir un gaz d'assistance dudit faisceau laser contenant
- 15 de l'hydrogène et au moins un gaz inerte, ledit gaz d'assistance alimentant ladite buse.

L'invention repose sur l'utilisation en combinaison, d'une part, d'une ou plusieurs optiques transparentes ou réfléchissantes, tels des lentilles ou des miroirs, permettant d'obtenir plusieurs points de focalisation (PF1, PF2...) distincts du faisceau laser, approximativement dans le même axe et, d'autre part, d'un mélange contenant de l'hydrogène et un ou plusieurs composés gazeux inerte, en particulier l'azote, l'argon ou des mélanges de ces composés, en tant que gaz d'assistance, c'est-à-dire de gaz de coupe.

Une installation de coupe utilisable pour mettre en oeuvre l'invention comprend, par exemple, un générateur laser de type CO₂ pour générer le faisceau laser, une buse de sortie traversée par le faisceau laser, au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant pour focaliser ledit faisceau laser et une source de gaz d'assistance du faisceau laser alimentant la buse de sortie en gaz d'assistance, l'introduction du gaz d'assistance dans la buse se faisant par exemple par un ou plusieurs

orifices d'entrée de gaz traversant la paroi périphérique de la buse. Le laser néanmoins peut être de type Nd:YAG.

Selon l'invention, on utilise un laser de 500 à 6 000 W de puissance.

Le moyen optique est de type multi-focales, de préférence une lentille 5 à bifocales, et la source de gaz d'assistance alimente la buse en un mélange gazeux d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.

Des optiques transparentes ou réfléchissantes de ce type, c'est-à-dire 10 à plusieurs points de focalisation, utilisables dans le cadre de la présente invention sont décrites dans le document EP-A-929376 auquel on pourra se reporter pour plus de détail.

Le principe de fonctionnement d'un moyen optique à multi-focales est schématiquement le suivant.

Un premier point de focalisation PF1 issus de l'angle de convergence 15 le plus grand obtenu avec ledit moyen optique à multi-focales se positionne à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure ou dans l'épaisseur du matériau dans une région voisine de ladite surface supérieure.

Par ailleurs, un deuxième point de focalisation PF2 issus de l'angle 20 de convergence le plus petit obtenu avec ledit moyen optique à multi-focales se positionne à proximité de la surface inférieure de la pièce dans l'épaisseur du matériau ou en dehors de celle-ci.

Ce principe permet, par rapport à l'utilisation d'une optique standard 25 d'utiliser des diamètres de buse inférieurs et donc de diminuer les consommations en gaz car une telle optique standard, c'est-à-dire ayant un seul point de focalisation, implique de positionner son seul point de focalisation, pour lequel l'angle de convergence est le plus grand, à la face inférieure du matériau, voire en dessous et, de ce fait, afin de laisser passer le faisceau laser, il convient d'utiliser des buses de fort diamètre, ce qui augmente d'autant les consommations de gaz.

Exemples comparatifs

Afin d'illustrer l'invention, des essais comparatifs ont été réalisés et les résultats de ces essais, en termes de vitesse de coupe, sont donnés 5 dans le tableau ci-après.

On a coupé une plaque d'acier inoxydable de 3 mm avec un laser de type CO₂ de 1 500 W de puissance en utilisant soit de l'azote pur (essai 1), soit un mélange gazeux contenant 25 % vol. de H₂ et de l'azote pour le reste, et ce, d'une part, avec une lentille standard (essai 2), c'est-à-dire à un seul 10 point de focalisation, et, d'autre part, avec lentille bifocale (essai 3), toutes les autres conditions opératoires étant égales par ailleurs.

Tableau comparatif

	Essai 1 (art antérieur)	Essai 2 (art antérieur)	Essai 3 (invention)
Gaz de coupe	N ₂ pur	N ₂ + 25 % H ₂	N ₂ + 25% H ₂
Optique	lentille mono focale classique	lentille mono focale classique	lentille bi focale
Vitesse de coupe	2,2 m/min	2,5 m/min	3,2 m/min
Consommation gaz	15 m ³ /h	15 m ³ /h	10 m ³ /h

15

Comme on le voit dans le tableau, l'essai 3 selon l'invention conduit à des vitesses de coupe nettement supérieures à celles obtenues avec les procédés classiques (essais 1 et 2) et ce, grâce à l'utilisation en

combinaison d'une lentille bifocale et d'un mélange N₂/H₂ dont la teneur en H₂ est judicieusement contrôlé . Il en est de même pour le gain sur la consommation en gaz .

En effet, le procédé de l'invention permet d'augmenter, dans les 5 conditions des essais ci-dessus, de plus 40% la vitesse de coupe par rapport à un procédé utilisant une lentille standard et de l'azote pur (essai 1) et de plus de 20% la vitesse de coupe par rapport à un procédé utilisant une lentille standard et un mélange azote/hydrogène (essai 2).

De plus, il ressort aussi de ces essais que l'essai 3 est celui qui 10 permet de réaliser la plus forte économie de gaz.

La proportion de H₂ à utiliser est contrôlée ou ajustée en fonction de divers paramètres opératoires, telle la nature et/ou l'épaisseur du matériau à couper, notamment dans le but d'éviter la formation de coulures adhérentes en bas de la saignée de coupe et/ou l'oxydation des faces de coupe par de 15 l'oxygène ou de l'air atmosphérique.

Préférentiellement, les teneurs en H₂ sont de 5 % à 30 % en volume, le reste étant de l'azote.

Il est également envisageable d'utiliser de l'argon au lieu de l'azote, ainsi que des mélanges Ar+N₂+H₂.

En résumé, la mise en œuvre d'un procédé de coupage laser selon 20 l'invention conduit à des vitesses de coupe élevées, c'est-à-dire allant d'environ 0,5 m/min à environ 12 m/min, en fonction des épaisseurs et du matériau à couper, associées à des débits de gaz de coupe réduits, typiquement pas plus de 350 m³/h, et à l'obtention de pièces découpées de 25 qualité élevée et de coût réduit, en particulier avec une source laser de 1800 Watt de puissance par exemple.

Revendications

1. Procédé de coupage d'une pièce par mise en œuvre d'un faisceau laser et d'un gaz d'assistance, dans lequel on utilise au moins un moyen optique pour focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts l'un de l'autre, et dans lequel on utilise, en tant que gaz d'assistance dudit faisceau laser, un mélange gazeux contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.
5
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen optique est transparent ou réfléchissant et est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille bifocales.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la pièce à couper est en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium, en acier non allié ou en acier allié.
20
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium et leurs mélanges, de préférence le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon et leurs mélanges.
25
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz d'assistance contient de 150 ppm en volume à 40% en volume d'hydrogène, de préférence de 0.5 % en volume à 30 % en volume d'hydrogène et le reste étant le gaz inerte.
30
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le gaz d'assistance est constitué de 5% en volume à 30% en volume d'hydrogène et le reste étant de l'azote.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, typiquement entre 0,3 mm et 16 mm.

5

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la vitesse de coupe est comprise entre 0,5 m/min et 20 m/min.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce
10 que le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier
point de focalisation se positionnant à proximité de la surface supérieure de
la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface
supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une région
voisine de ladite surface supérieure et au moins un deuxième point de
15 focalisation se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à
couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce
que le gaz d'assistance contient de l'hydrogène en une proportion ajustée en
20 fonction de l'épaisseur et/ou du matériau constitutif de la pièce à couper.

11. Installation de coupe par faisceau laser pour la mise en œuvre
d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant :
- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau
25 laser,
- au moins une buse de coupe avec au moins un orifice d'entrée de
faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,
- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type
multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de
30 focalisation, et

- au moins une source de gaz d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte dudit faisceau laser alimentant ladite buse en ledit gaz d'assistance.

5 12. Installation de coupeage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

10 - au moins une buse de coupeage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,

- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation,

15 - au moins une première source de gaz contenant au moins de l'hydrogène,

- au moins une deuxième source de gaz contenant au moins un gaz inerte, et

20 - des moyens de mélange de gaz pour mélanger du gaz provenant de la première source de gaz avec du gaz provenant de la deuxième source de gaz de manière à obtenir un gaz d'assistance dudit faisceau laser contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte, ledit gaz d'assistance alimentant ladite buse.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement
nationalFA 600466
FR 0103265établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 606 747 A (STEINHOFF HANS-JOACHIM) 19 août 1986 (1986-08-19)	1,2	B23K26/12
Y	* colonne 1, ligne 65 - colonne 2, ligne 12 * * colonne 2, ligne 30 - ligne 48 * * colonne 3, ligne 53 - ligne 55 * * colonne 7, ligne 15 - ligne 29; figures 2,3,5 *	11,12	
Y,D	WO 97 34730 A (FAERBER MARK ;AGA AB (SE)) 25 septembre 1997 (1997-09-25)	11,12	
A	* le document en entier *	2-8	
A,D	WO 94 04306 A (RIEHN HANS DIETER ;BEYER ECKHARD (DE); BINGENER DIETER (DE); PREIS) 3 mars 1994 (1994-03-03) * le document en entier *	1-7,11, 12	
A,D	WO 98 14302 A (FORCE INSTITUTTET ;NIELSEN STEEN ERIK (DK)) 9 avril 1998 (1998-04-09) * le document en entier *	1,2,9, 11,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.7) B23K
1			
		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
		26 novembre 2001	Aran, D
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
EPO FORM 1503 12.99 (F004C14)			

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0103265 FA 600466**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **26-11-2001**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4606747	A	19-08-1986	DE AT CA DE EP JP JP JP	3145278 A1 25070 T 1208301 A1 3275181 D1 0079473 A2 1699165 C 3051514 B 58090390 A	26-05-1983 15-02-1987 22-07-1986 26-02-1987 25-05-1983 28-09-1992 07-08-1991 30-05-1983
WO 9734730	A	25-09-1997	DE AT BR DE WO EP NO US	19610298 A1 204797 T 9708195 A 59704448 D1 9734730 A1 0886555 A1 984221 A 6060687 A	18-09-1997 15-09-2001 27-07-1999 04-10-2001 25-09-1997 30-12-1998 14-09-1998 09-05-2000
WO 9404306	A	03-03-1994	DE AT DK WO EP ES FI JP NO US	4226620 A1 143300 T 655021 T3 9404306 A1 0655021 A1 2092403 T3 950599 A 8500060 T 950492 A 5578228 A	17-02-1994 15-10-1996 24-02-1997 03-03-1994 31-05-1995 16-11-1996 10-02-1995 09-01-1996 09-02-1995 26-11-1996
WO 9814302	A	09-04-1998	DK AU WO EP JP US	109197 A 4451397 A 9814302 A1 0929376 A1 2001501133 T 6175096 B1	31-03-1998 24-04-1998 09-04-1998 21-07-1999 30-01-2001 16-01-2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)